

21 DE 003906286 A
AUG 1990

SIEI ★ W02 90-268888/36 ★ DE 3906-286-A
Ceramic microwave filter with coaxial coupling capacitors -
incorporates bridging capacitors for increasing gradient of filter
resonance curve

SIEMENS AG 28.02.89-DE-906286

(30.08.90) H01p-01/20 H01p-07/10

28.02.89 as 906286 (1167MO)

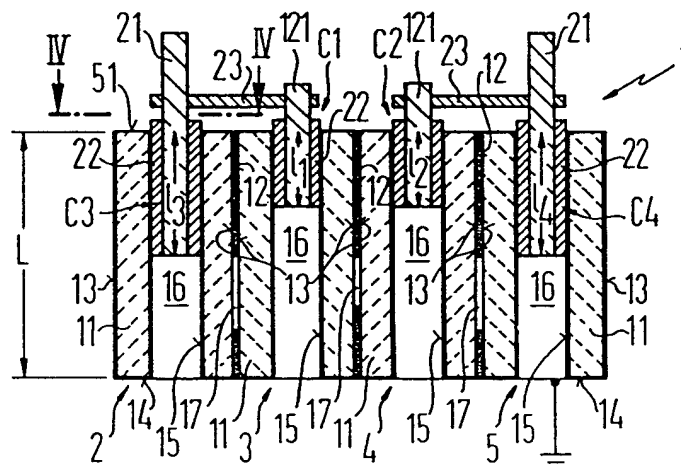
The microwave filter (1) comprises dielectric individual resonators with intermediate coupling apertures. The couplings for the input and output resonators (2,5) are each provided by a coaxial capacitor (C1,C4) having a metal pin (21) acting as a first electrode enclosed by a sleeve (22) of a HF dielectric.

This sleeve fits into a bore (16) of an outer tube with a metallised inside face acting as the second capacitor electrode. The filter incorporates at least one bridging capacitor (C1,C2) for increasing the gradient of the filter curve.

ADVANTAGE - Improved filter resonance curve. (6pp
 Dwg.No.3/5)

N90-208120

W2-A3 W2-A5





DEUTSCHES
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 39 06 286.4
②2 Anmeldetag: 28. 2. 89
④3 Offenlegungstag: 30. 8. 90

DE 3906286 A1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:
Keldenich, Hans-Dieter, Dipl.-Phys., 5600 Wuppertal, DE; Searty, Sadir, Dipl.-Ing. (FH), 6750 Kaiserslautern, DE; Wersing, Wolfram, Dipl.-Phys., 8011 Kirchheim, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

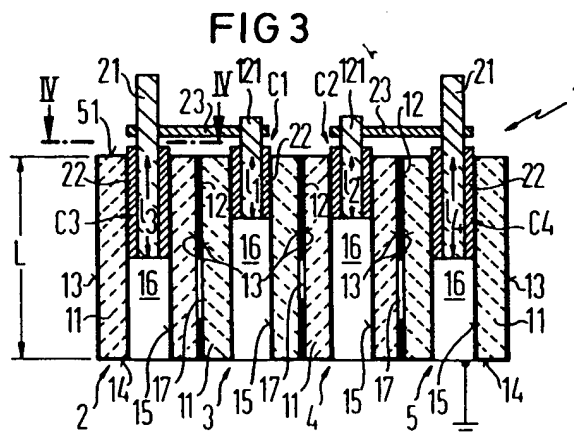
DE 32 36 664 A1
GB 15 57 093
US 48 00 347
US 47 57 288
US 47 40 765
EP 03 12 011 A1

JP 59 81903 A. In: Patents Abstracts of Japan, E-264, Sept. 6, 1984, Vol. 8, No. 194;
- JP 61 285801 A. In: Patentes Abstracts of Japan, E-506, May 14, 1987, Vol.11, No. 148;

- JP 62 157401 A. In: Patents Abstracts of Japan, E-568 Dec. 24, 1987, Vol. 11, No. 396;
- JP 62 239701 A. In: Patents Abstracts of Japan, E 598, April 8, 1988, Vol. 12, No. 111;
- JP 62 241403 A. In: Patents Abstracts of Japan, E-598, April 8, 1988, Vol. 12, No. 111;

⑤4 Keramik-Mikrowellenfilter mit Apertur-gekoppelten keramischen Resonatoren mit versteilter Resonanzkurve

Keramik-Mikrowellenfilter (1) mit überbrückenden Kapazitäten C1, C2 zur Flankenversteilung. Die überbrückenden Kapazitäten C1 und C2 sind baulich in das Mikrowellenfilter (1) integriert.



DE 3906286 A1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mikrowellenfilter, wie es im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegeben ist.

Aus der EP-A-02 08 424 ist ein dielektrisches Mikrowellenfilter mit $1/4$ -Wellenlängen Koaxialresonatoren bekannt. Dieses Filter besteht aus einer Anzahl keramischer Einzelresonatoren, die über elektromagnetisches Feld miteinander gekoppelt sind. Ein jeder dieser Einzelresonatoren umfaßt einen rohrförmigen dielektrischen Körper aus Hochfrequenz-tauglicher Keramik. Diese Körper haben wenigstens eine flache Mantelfläche, in der sich die Koppelapertur befindet. Die keramischen Resonatorkörper sind auf ihrer äußeren Oberfläche insbesondere aber auf der äußeren Mantelfläche und auf der Innenoberfläche der Bohrung des Rohres elektrisch leitend metallisiert. Die erwähnte Aperturöffnung ist eine Aussparung in der Metallisierung. Damit zwei Einzelresonatoren unmittelbar aneinander angrenzend angeordnet werden können, haben sie die bereits oben erwähnte ebene Oberfläche. In dieser ebenen Oberfläche ist die Koppelapertur positioniert. Unter anderem ist die Größe der Kopplung durch die Flächengröße der Aperturöffnung wählbar.

Weitere Einzelheiten zu einem solchen bekannten keramischen Filter sind der obengenannten EP-A-02 08 424, insbesondere der Fig. 7, zu entnehmen. Mit Rücksicht auf die aus dieser Druckschrift dem Fachmann zur Verfügung stehende Beschreibung bedarf es keiner weiteren Ausführungen zum Aufbau und zur Funktionsweise eines solchen bekannten keramischen Mikrowellenfilters mit Apertur-gekoppelten Einzelresonatoren.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein solches Mikrowellenfilter der obengenannten Art anzugeben, das eine verstellerte, insbesondere auf der jeweils einen Flanke verstellerte Resonanzkurve aufweist. Es gehört zur Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine technologisch besonders günstig zu realisierende Ausführungsform eines solchen Filters mit verstellter Resonanzkurve anzugeben.

Diese Aufgabenstellungen werden mit einem Mikrowellenfilter gemäß den Merkmalen gemäß des Patentanspruchs 1 gelöst und weitere Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Es ist bereits seit langer Zeit bekannt, daß für Kondensator-Spulen-Filter mit konzentrierten Bauelementen eine einseitige Flankenversteilerung der Resonanzkurve durch kapazitive oder induktive Überbrückungen zwischen den einzelnen Resonatorkreisen zu erreichen ist.

Die Fig. 1 zeigt ein Schaltbild eines solchen konventionellen überbrückten Filters. Aufgrund der überbrückenden Kondensatoren C1 und C2 hat ein solches Filter eine solche Resonanz- bzw. Durchlaßkurve, die wahlweise einseitig eine größere Steilheit aufweist. Dies ist vorteilhaft für Nachrichtenübertragung in einem Frequenzkanal, in dem die Übertragung in der einen Richtung frequenzmäßig unmittelbar benachbart dem Frequenzbereich für die entgegengesetzte Übertragungsrichtung ist, wie dies z.B. für den Mobilfunk in Betracht kommt.

Es konnte festgestellt werden, daß das Prinzip der Überbrückung auch für ein Apertur-gekoppeltes Keramik-Mikrowellenfilter zu einer Versteilerung der Resonanzkurve führt. Dies war überraschend. Dem einschlä-

gigen Fachmann war nämlich bekannt, daß bei wie bei einem solchen Apertur-gekoppelten Filter zwangsläufig vorliegender induktiver Kopplung ein solches Verhalten nicht zu erwarten ist, dieses aber dennoch eingetreten ist. Es beruht dies anscheinend darauf, daß die Apertur-Kopplung bei derartigen Filtern eine negative Induktivität darstellt.

Die Fig. 2 zeigt das bekannte Filter nach Fig. 7 der obengenannten Druckschrift.

Die Fig. 3 zeigt ein gemäß der Erfindung den Stand der Technik wesentlich weiterbildendes überbrücktes Filter und seine gemäß einer Weiterbildung der Erfindung konstruktive Ausgestaltung. Auch hat dieses Filter nach Fig. 3 eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte kapazitive Ankopplung.

Das Filter 1 nach Fig. 3 ist ein Filter bestehend aus vier Einzelresonatoren 2 bis 5. Jeder der Einzelresonatoren besteht aus einem rohrförmigen Körper aus Hochfrequenz-Keramik, die bei möglichst geringen Hochfrequenzverlusten (kleiner $tg\delta$) möglichst hohe Dielektrizitätskonstante ϵ bis etwa 100 hat. Mit dieser hohen Dielektrizitätskonstante läßt sich das Filter um den entsprechenden Faktor gegenüber einem Luft-Resonatorfilter verkleinern.

Der rohrförmige Körper 11 hat vorzugsweise die Form eines Parallelepipeds, z.B. auch eines Quaders, so daß er wenigstens eine ebene Oberfläche 12 hat. Mit dieser Oberfläche 12 liegt der Einzelresonator 2 an dem Einzelresonator 3 an. Entsprechend liegen die Einzelresonatoren 3 und 4 sowie 4 und 5 mit solch ebenen Flächen aneinander an.

Der jeweilige rohrförmige Körper 11 ist auf der äußeren Mantelfläche 13 und ggf. auch auf seiner Bodenfläche 14 elektrisch leitend metallisiert. Entsprechende Metallisierung ist auf der Innenoberfläche 15 des rohrförmigen Körpers 11 vorgesehen.

Mit 21 sind elektrisch leitende Stifte, insbesondere aus Metall, bezeichnet. Diese ragen ein entsprechend der vorgegebenen Eingangs- bzw. Ausgangskopplung mit je einer dementsprechend vorgegebenen Länge l_3 , l_4 in die Bohrung 16 des jeweiligen rohrförmigen Körpers 11 hinein. Mit 22 ist ein hülsenförmiges Teil aus einem Dielektrikum bezeichnet, das den hülsenförmigen Raum zwischen dem Stift 21 und der mit der Metallisierung 15 versehenen Innenwandung des rohrförmigen Körpers 11 ausfüllt.

Als Dielektrikum kommen Hochfrequenz-verlustarme bekannte Materialien in Betracht, für die auch kleinere Dielektrizitätskonstante bereits genügend ist. Zum Beispiel kann für das hülsenförmige Teil für Kondensatoren üblicherweise verwendetes Styrol vorgesehen sein. Die Kapazität C3 der Eingangskopplung ist durch die Kapazität zwischen dem Stift 21 und der Metallisierung 15 gegeben und entsprechend einstellbar. Insbesondere kommt als Material für diese Hülse 22 ein Kunststoff zur Anwendung, der gefüllt ist, vorzugsweise mit Keramikpulver des Materials der rohrförmigen Körper 11.

Mit 17 ist eine Aussparung in der äußeren Metallisierung 13 des rohrförmigen Körpers 11, und zwar auf der ebenen Oberfläche 12 bezeichnet. Diese Aperturöffnung 17 dient der magnetischen Kopplung zwischen den beiden benachbarten Einzelresonatoren 2 und 3.

Die nachfolgend nicht weiter erörterten Merkmale der weiteren Einzelresonatoren 3, 4 und 5 sind mit den schon vorangehend erläuterten Bezugszeichen versehen und stimmen darin untereinander überein.

Mit 121 ist ein vorzugsweise in gleicher Weise ausge-

bildeter weiterer Stift des Filters 1 bezeichnet, der um eine wiederum vorgegebene Länge l_1 in die Bohrung 16 des Einzelresonators 3 hineinragt. Zwischen diesem Stift 121 und der mit der Metallisierung 15 versehenen Innenwand der Bohrung 16 ist wiederum eine Hülse 22 aus dielektrischem Material vorgesehen. Über dieses dielektrische Material hinweg bilden der Stift 121 und die Metallisierung 15 den Überbrückungs-Kondensator C1 des Ersatzschaltbildes der Fig. 1. Mit 23 ist eine leitende Verbindung zwischen den Stiften 21 und 121 bezeichnet.

Die leitende Verbindung 23 kann ein an die Stifte 21 und 121 angelöteter oder angeschweißter Draht sein. Die leitende Verbindung 23 kann aber auch Teil einer Leiterbahn-Platine sein, die in der Fig. 3 in Seitenansicht zu sehen wäre und deren entsprechende Leiterbahn mit den Stiften 21 und 121 leitend verbunden ist.

Fig. 4 zeigt in Aufsicht einen Ausschnitt einer solchen Leiterbahnplatte 123.

Der Einzelresonator 4 hat außer seinen bekanntermaßen vorhandenen Merkmalen ebenfalls einen Stift 121, der um eine wiederum vorzugebende Länge l_2 in die Bohrung 16 des Einzelresonators 4 hineinragt. Dieser Stift 121 bildet mit der dielektrischen Hülse 22 und der Metallisierung 15 der Innenoberfläche der Bohrung 16 die überbrückende Kapazität C2 der Fig. 1. Weitere Einzelheiten entsprechen der Beschreibung.

Der Einzelresonator 5, der hier als Ausgangsresonator des Filters 1 beschrieben ist, hat einen Stift 21 in einer Hülse 22, die in der Bohrung 16 des rohrförmigen Körpers 11 steckt. Diese drei Teile bilden zusammen die ausgangsseitige Koppelkapazität C4 des Filters 1.

Ein wie in Fig. 3 gezeigtes, erfindungsgemäßes bzw. erfindungsgemäß ausgestaltetes Filter 1 hat einen technologisch einfach realisierbaren Aufbau. Es ist leicht justierbar, insbesondere hinsichtlich der Kapazitäten C1 bis C4, und zwar durch Veränderung der jeweiligen Länge l_1 bis l_4 .

Die Schnittansicht Fig. 5 zeigt im Ausschnitt für den Einzelresonator 2 (und ebenso gültig für die weiteren Einzelresonatoren 3, 4 und 5) eine besonders vorteilhafte Maßnahme zur Abstimmung der Einzelresonatoren 2 bis 5. An sich können die Einzelresonatoren durch mechanische Nacharbeitung ihrer jeweiligen Länge L ihrer rohrförmigen Körper 11 auf ihre jeweilige Resonanz-Mittenfrequenz abgestimmt werden. Eine derartige Maßnahme ist aber verständlicherweise recht aufwendig. Vorteilhaft ist die anhand der Fig. 5 erläuterte Maßnahme, eine im wesentlichen ringförmige Zusatzelektrode 52 auf der Oberfläche 51 des rohrförmigen Körpers 11 (des Einzelresonators 2) vorzusehen. Diese Zusatzelektrode 52 ist mit der Metallisierung 15 der Innenoberfläche des rohrförmigen Körpers 11 elektrisch verbunden und sie erstreckt sich über diese Oberfläche 51 in Richtung zur äußeren Metallisierung 13. Durch Änderung des Abstandes zwischen dem Außenrand 53 und der Metallisierung 13 läßt sich eine entsprechende Zusatzkapazität C5 einstellen, die eine Feinjustierung der Resonanz-Mittenfrequenz des Einzelresonators 2 ermöglicht. Abstandsänderungen können durch randseitige Erosion der zusätzlichen Elektrode 52, z.B. durch Einwirkung von Laserstrahlung, einstellbar erzielt werden. Dieses Verfahren ist wenig aufwendig und daher besonders vorteilhaft.

Entsprechende Zusatzkapazitäten können für die weiteren Einzelresonatoren 3 bis 5 vorgesehen sein.

Genaue Berechnungen des Filters bzw. der Größen der Kapazitäten und Induktivitäten des Ersatzschaltbil-

des nach Fig. 1 lassen sich nach an sich bekannten Methoden durchführen. Sie können auch aus experimentellen Ergebnissen ermittelt werden.

Es kann eine LC-Ersatzschaltung mit Hilfe einer entsprechenden Software ermittelt werden. Diese Ersatzschaltung wird soweit reduziert, daß das Ersatzschaltbild dem eines Tscheycheff-Filters gleicht. Insbesondere werden die Überbrückungen c_2 , c_3 vernachlässigt und die Wellenwiderstände von Quelle und Last dem des Filters angepaßt. Aus dieser Restschaltung berechnet man nodale Frequenzen, externe Güten und Kopplungen. Da die Keramikresonatoren einzeln abgestimmt werden, ist ihre jeweilige Resonanz-Mittenfrequenz nicht gleich den nodalen Frequenzen. Es muß eine Frequenzverschiebung berücksichtigt werden, die von der Kopplung bzw. den externen Gütenwerten abhängt.

Die Zusammenhänge zwischen der jeweils zu wählenden Aperturgröße, der Kopplung und der Frequenzverschiebung bzw. der Ankoppelkapazitäten C3 und C4 und der externen Güte werden an sich experimentell ermittelt.

Patentansprüche

1. Mikrowellenfilter, bestehend aus dielektrischen Einzelresonatoren als Eingangs-, als Ausgangs- und als weitere Resonatoren mit dazwischenliegenden Koppelaperturen, mit dielektrischen Körpern in der Form rohrförmiger Körper, deren äußere Oberfläche und deren innere Oberfläche als Elektroden metallisiert sind, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Ankopplung an den Eingangs- und an den Ausgangs-Einzelresonator (2, 5) ein coaxialer Kondensator (C1, C4) vorgesehen ist, der jeweils aus einem Metallstift (21) als einer ersten Elektrode des Kondensators (C1, C4), aus einer diesen Metallstift (21) umschließenden Hülse (22) aus einem HF-Dielektrikum und aus der Metallisierung (15) der Innenoberfläche des rohrförmigen Körpers (11) besteht, wobei der Stift (21) und die Hülse (22) wenigstens um eine Länge (l_3 , l_4) in die Bohrung (16) des jeweiligen rohrförmigen Körpers (11) des betreffenden Einzelresonators (2, 5) hineinragen und die Metallisierung (15) der Innenoberfläche der Bohrung (16) die zweite Elektrode dieses Kondensators (C1, C4) bildet und daß zur Versteilerung der Filterkurve wenigstens ein Überbrückungskondensator (C1, C2) vorgesehen ist, der ein coaxialer Kondensator ist, der aus einem Metallstift (121) als einer ersten Elektrode dieses Kondensators (C1, C2), aus einer diesen Metallstift (121) umschließenden Hülse (22) aus einem HF-Dielektrikum und aus der Metallisierung (15) der Innenoberfläche des rohrförmigen Körpers (11) des betreffenden Einzelresonators (3, 4) besteht, wobei der Stift (121) und die Hülse (22) wenigstens um eine Länge (l_1 , l_2) in die Bohrung (16) im jeweiligen rohrförmigen Körper (11) des betreffenden Einzelresonators (3, 4) hineinragen und die Metallisierung (15) der Innenoberfläche der Bohrung (16) die zweite Elektrode dieses Kondensators (C1, C2) bildet, und daß jeweils der Stift (21) der Koppelkapazität (C3, C4) und der Stift (121) der Überbrückungskapazität (C1, C2) miteinander (23) verbunden sind.

2. Mikrowellenfilter nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die den jeweiligen Metallstift (21, 121) umschließende Hülse (22) aus einem gefüllten Kunststoff besteht.

3. Mikrowellenfilter nach Anspruch 2, gekennzeichnet 5
dadurch, daß der Kunststoff mit Keramikpulver gefüllt ist, daß gleich dem Keramikmaterial des rohrförmigen Körpers (11) ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 2

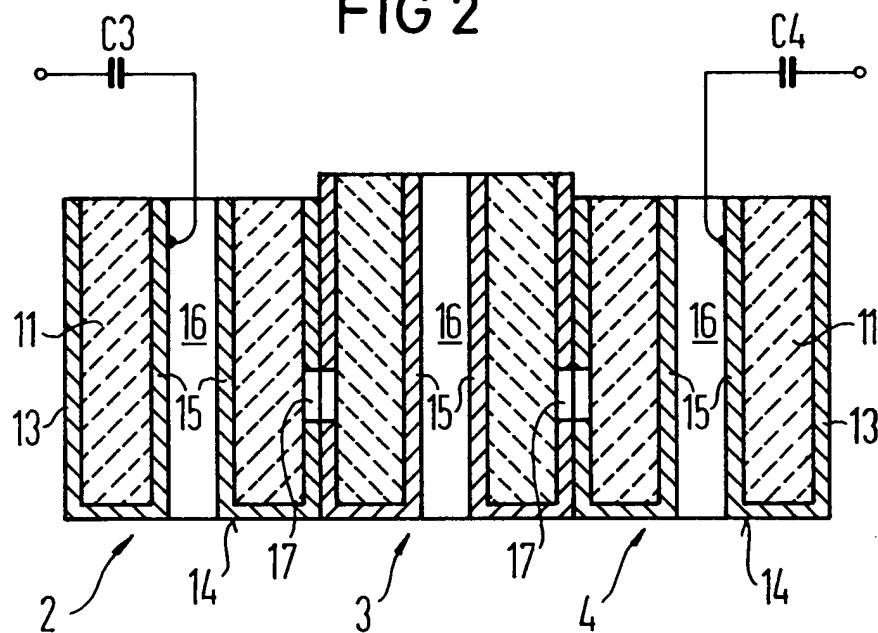


FIG 1

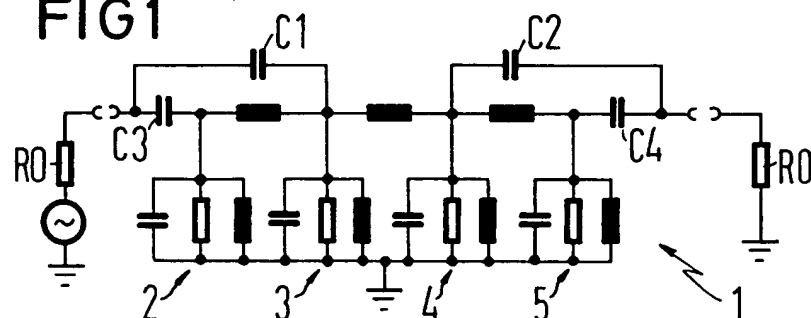


FIG 3

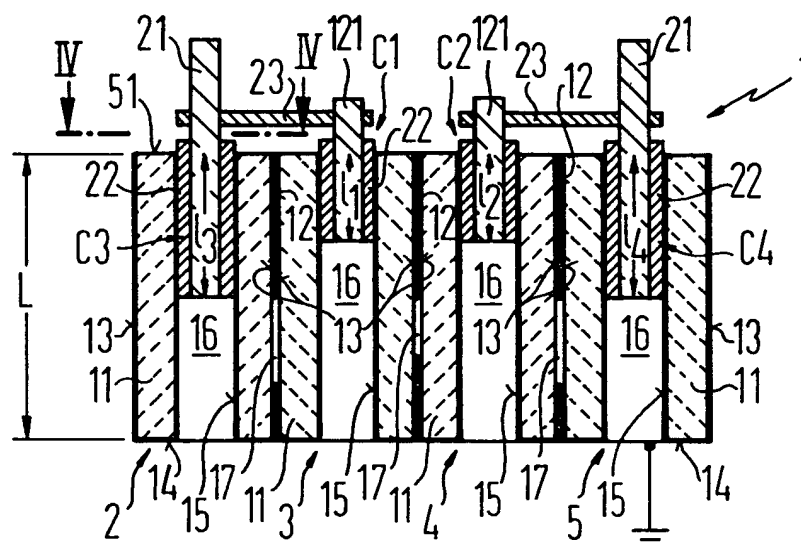


FIG 4

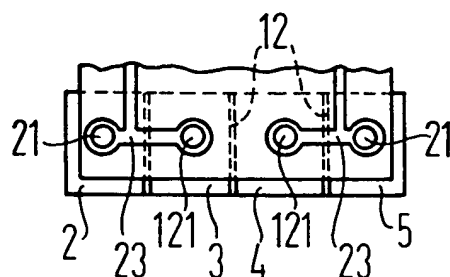


FIG 5

